ROYAUME DU MAROC
المملكة المغربية

Ministère de l'Éducation National, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique



Présidence du Concours National Commun
École Supérieure des Industries du Textile et de l'Habillement
ESITH

CONCOURS NATIONAL COMMUN
d'Admission dans les Établissements de Formation d'Ingénieurs et Établissements Assimilés

Session 2010

ÉPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES

Filière **MP**

Durée 4 heures

Aucun document n'est autorisé
Calculatrice non autorisée

Cette épreuve comporte 19 pages au format A4, en plus de deux pages de garde

CNC SESSION DE 2010

Filière : MP

Epreuve des Sciences Industrielles

Durée : 4 heures

Aucun document n'est autorisé.
CALCULATRICE NON AUTORISEE

Le sujet comporte :
– Une page de garde non numérotée
– Le texte de l'épreuve (pages numérotées de 1 à 14)
*– Les documents réponses **DR1, DR2, DR3,DR4et DR5***

Le sujet se compose de quatre parties :

Partie I : Analyse fonctionnelle et étude de systèmes logiques

Partie II : Etude mécanique du dégrilleur

Partie III : Etude du moteur hydraulique 15

Partie IV : Asservissement de position et d'accélération du dégrilleur

Le candidat devra obligatoirement rendre:

- le cahier des réponses réservé à l'épreuve
- Les documents réponses DR1, DR2, DR3,DR4et DR5 .

Les différentes parties de l'épreuve répondent à une progression logique dictée par les objectifs annoncées de l'étude, au sein d'une même partie certaines questions sont partiellement dépendantes , toute fois vous pouvez traiter les différentes parties du sujet dans l'ordre qui vous convient , après avoir pris connaissance de l'intégralité du sujet.

Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Présentation et mise en situation d'un dégrilleur

L'eau qui alimente les centrales hydroélectriques de montagne provient d'une conduite forcée d'un barrage. L'eau collectée est souvent polluée par la présence de feuilles, branchages. Ces polluants peuvent entraîner une dégradation des pales de la turbine. Il est alors nécessaire d'installer une grille, en amont, pour filtrer l'eau. Se pose alors le problème de l'accumulation des déchets sur la grille.

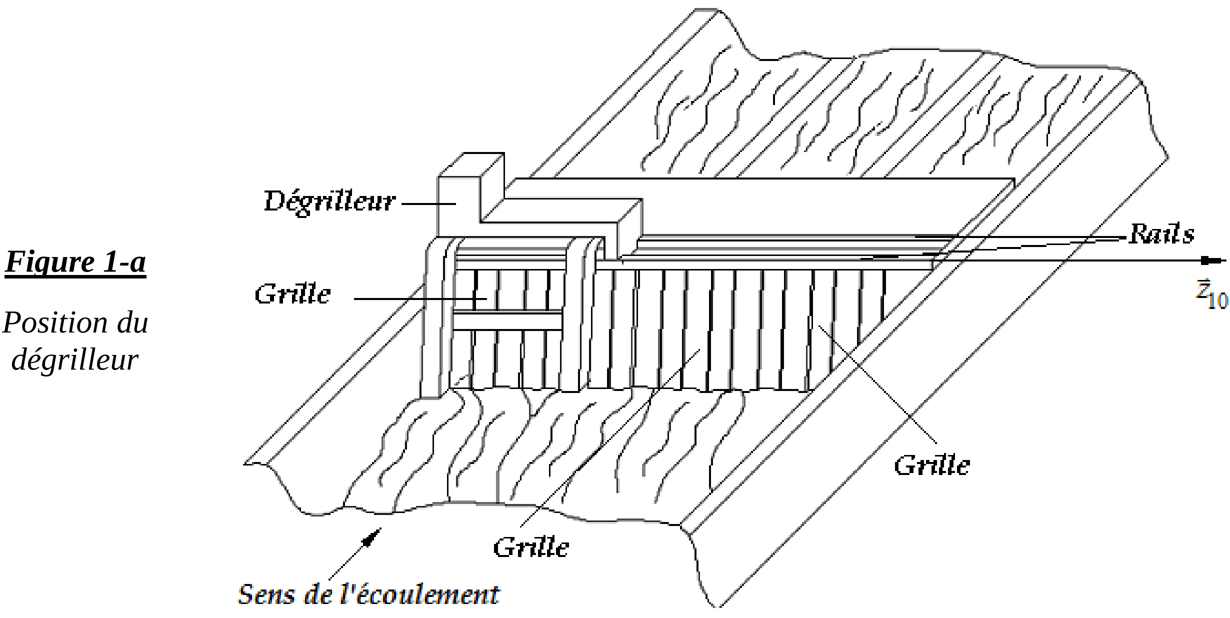


Figure 1-a

Position du dégrilleur

Toute obstruction (même partielle) de celle-ci réduit la vitesse de l'écoulement de l'eau et fait chuter le rendement de l'installation.
Le dégrilleur étudié dans ce sujet a pour fonction de : ***Nettoyer périodiquement la grille***.

Description du dégrilleur

Figure 1-b

Le dégrilleur est constitué par :

* Un châssis mécano-soudé ***(10)*** pouvant translater le long de la direction $\vec{z}_{10}$ grâce à un moteur hydraulique et un système pignon-crémaillère.
* Un bras de guidage ***(4)***: il est en liaison pivot avec le châssis ***(10)*** au point O_1. Son mouvement est commandé par le vérin***(8)***.
* Un godet ***(5)***: il est en liaison glissière avec le bras ***(4)*** par l'intermédiaire de galets et glisse sur la grille grâce à un moteur et système pignon-chaîne.
* Une trémie : elle récupère les déchets qui seront évacués par un tapis roulant.

Figure 1-b : ***Schéma d'implantation***

Fonctionnement

Figure 2-a : *Position repos :*

- *Le godet est en position haute. Le bras 4 est en butée au point M*

Figure 2-b : *Position de descente du godet :*

- ***L'action du vérin (8)*** *sur* ***(4)*** *provoque la rotation de 4 autour de* **O1**, *jusqu'à la position de fin de sortie du vérin****(8)****.*

Figure 2-a

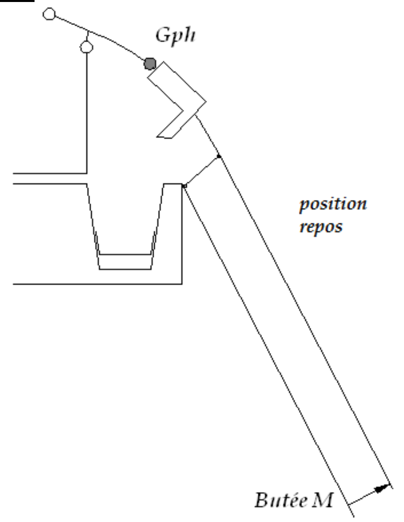


Figure 2-b

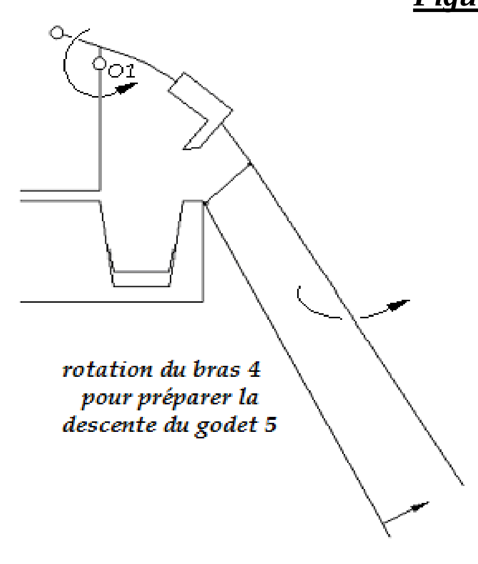


Figure 2-c *: Descente du godet*

- *Un moteur hydraulique commande la descente du godet par l'intermédiaire d'un système pignon chaîne (il n'y a pas de contact entre la grille et le godet pendant la descente).*

Figure 2-d *:*

- *Le vérin 8 exerce un effort sur le bras 4 servant à le plaquer sur la butée M.*

Figure 2-c

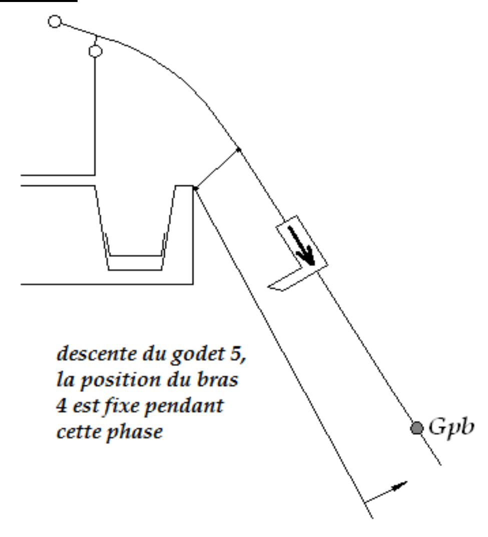


Figure 2-d

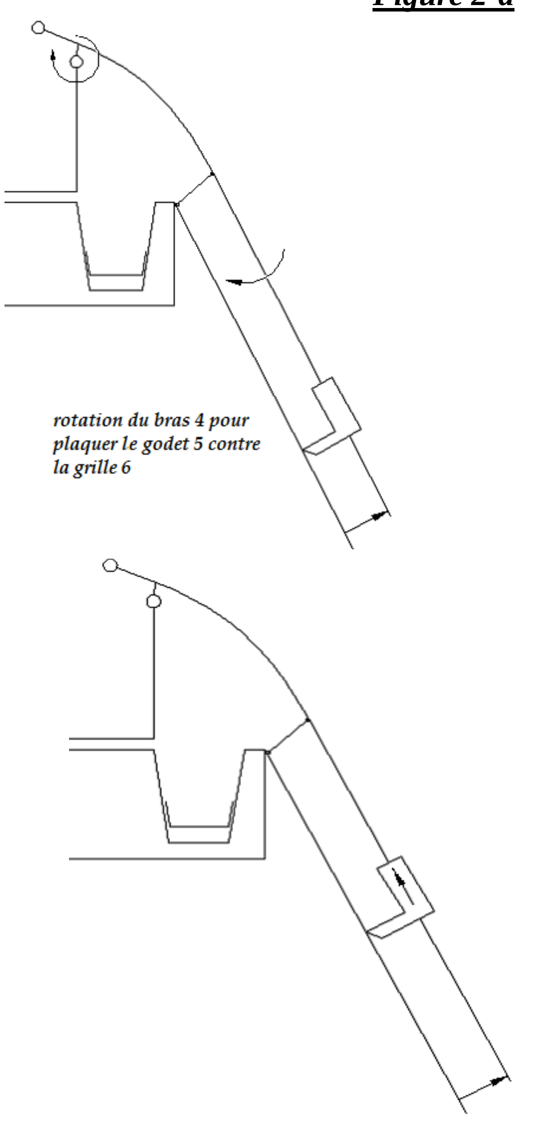


Figure 2-e *: Nettoyage de la grille*

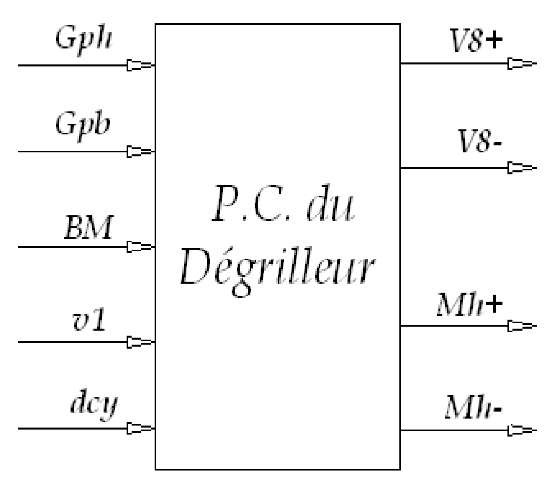
- *Le godet, au cours de la montée, racle la grille 6 et évacue en fin de course les déchets dans la trémie.*

Lorsque le godet atteint la position Gph : (godet en position haute) il doit attendre 60 secondes pour l'évacuation des déchets dans la trémie.

Partie I°- Analyse fonctionnelle et étude de systèmes logiques :

Question 1-1 : *Compléter sur le document réponse DR1 le diagramme FAST partiel de la fonction de service* ***FS1 : NETTOYER PERIODIQUEMENT LA GRILLE***

Question 1-2 *: Pour une position donnée du châssis* ***(10)*** et *en utilisant le bilan des entrées/sorties, défini ci-dessous, modéliser le fonctionnement du dégrilleur à l'aide d'un grafcet.*



Bilan des entrées / sorties

Gph : godet en position haute	
Gpb : godet en position basse	
v1 : sortie du vérin	
BM : appui sur la butée M	
dcy : départ du cycle de fonctionnement	
V8+ : sortir vérin 8	
V8- : entrer vérin 8	
Mh- : tourner moteur hydraulique dans le sens de descente.	
Mh+ : tourner moteur hydraulique dans le sens de montée.	

Etude de la roue codeuse :

La position du dégrilleur le long de la direction $\vec{z}_{10}$ est ***mesurée*** par une ***roue codeuse***.

Une ***roue codeuse*** est une roue équipée d'un dispositif permettant de contrôler finement sa rotation. Des pistes électriques en tournant reproduisent un code permettant de mesurer l'angle de rotation de la roue. Des contacts placés sur ces pistes permettent de générer des signaux binaires. Dans le cas qui nous intéresse, les contacts sont branchés directement sur la partie commande.
Afin de contrôler chaque 1/10 de tour, un ensemble de détecteurs lit 4 pistes angulaires adjacentes situées sur un disque, de 10 secteurs, lié à l'arbre moteur.

On cherche à réaliser un transcodeur permettant le passage du code $E=(e_1,e_2,e_3,e_4)$ délivré par la roue codeuse au ***code Gray (binaire réfléchi).***

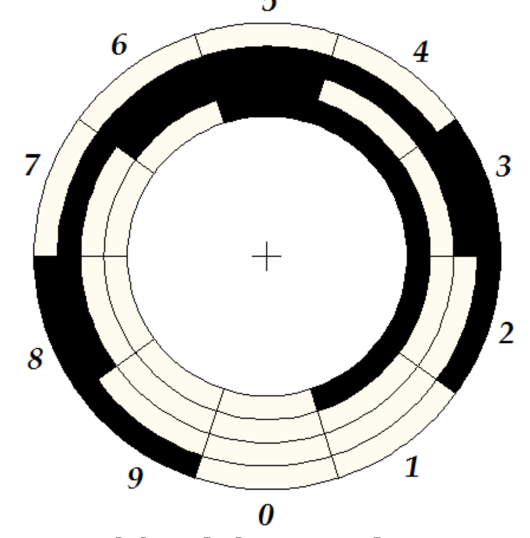
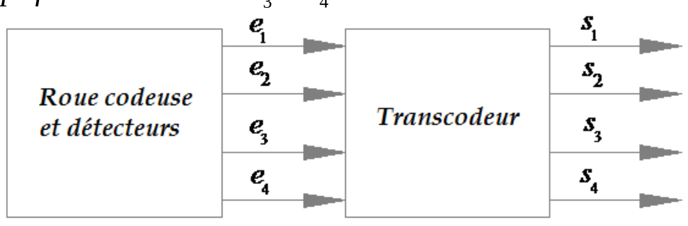


Schéma de la roue codeuse
Piste (i) ***noire*** $\Rightarrow e_i = 1$
Piste (i) ***blanche*** $\Rightarrow e_i = 0$

Question 1-3 *: sur le document réponse DR2*

Compléter la table de vérité.
Compléter les tableaux de Karnaugh des sorties s_3 *et* s_4.
Donner les équations simplifiées des sorties s_3 *et* s_4.



Partie II°- Etude mécanique du dégrilleur :

Etude dynamique du dégrilleur :

On se met dans la situation la plus contraignante pour le vérin (8), à savoir dé-plaquer le godet (5) (chargé et en position basse) de la grille (6). La ***figure 3*** représente le schéma cinématique du dégrilleur dans une situation. Le support (10) est fixe. La liaison glissière entre le godet (5) et le bras (4) est bloquée, en position basse.

Dimensionnement du vérin 8

* $R_{10}(O_1;\vec{x}_{10},\vec{y}_{10},\vec{z}_{10})$ = repère lié au support (10), ***supposé galiléen.***
* $(O_1,\vec{z}_{10})$ = axe de la liaison pivot parfaite entre le support (10) et le bras (4).
* L'action du vérin (8) monté entre (10) et (4) est modélisée par un glisseur en D ;

$$\vec{R}(8\to 4)=F.\vec{y}_8$$

$\overrightarrow{O_1G_5}=-y_5.\vec{y}_4-x_5.\vec{x}_4$; $\overrightarrow{O_1G_4}=-y_4.\vec{y}_4$;
$\overrightarrow{CD}=\lambda.\vec{y}_8$; $\overrightarrow{O_1D}=-\mu.\vec{y}_4$;

* I_4 : le moment d'inertie de (4) par rapport à l'axe $(O_1,\vec{z}_{10})$. m_4 masse du bras (4).
* I_5 : le moment d'inertie de (5) par rapport à l'axe $(G_5,\vec{z}_{10})$. m_5 : la masse du godet (5).
* L'action de l'eau sur le bras (4) due au courant est modélisée par un glisseur $\vec{F}(Eau\to 4)=-F_P.\vec{x}_4$ appliqué au point P avec $\overrightarrow{O_1P}=-y_P.\vec{y}_4$
* L'accélération de la pesanteur $\vec{g}=-g.\vec{y}_{10}$.

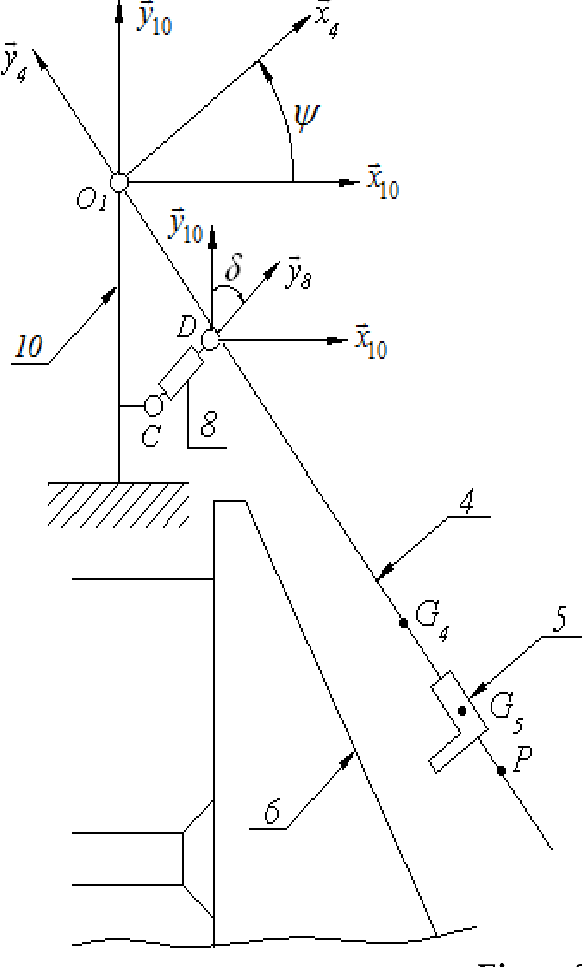
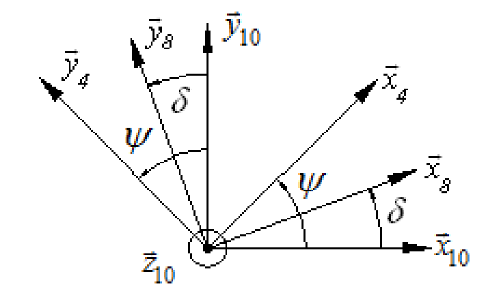


Figure 3



Question 2-1 : *Déterminer l'expression de la projection sur $\vec{z}_{10}$ du moment dynamique en O_1 de l'ensemble $S=\{4,5\}$ par rapport au châssis (10).*

Question 2-2 : *Par application du théorème du moment dynamique, déterminer l'expression littérale de l'effort F que devra fournir le vérin (8) sur l'ensemble $S=\{4,5\}$ en fonction de F_P, des caractéristiques d'inertie, des paramètres géométriques, de l'angle (ψ) et de ses dérivées.*

Dimensionnement du moteur hydraulique 15 :

La ***figure 4*** représente le schéma cinématique du dégrilleur dans la configuration correspondante à la phase de nettoyage de la grille (6). Un moteur hydraulique (15) commande la montée du godet (5) par rapport au bras (4) par l'intermédiaire des pignons (9), (11) et la chaîne (3) ***(voir figure 5)***.

Hypothèses :

- Le bras (4) est considéré fixe par rapport à 0 dans cette phase de mouvement. $\psi = constante$
- Le repère $R_4\left(O_{11}; \vec{x}_4, \vec{y}_4, \vec{z}_{10}\right)$ est supposé ***galiléen***.
- Pas de glissement entre la chaîne (3) et les pignons (9) et (11).
- Aucun mouvement entre les déchets et le godet (5).
- **L'équilibrage dynamique** des solides en rotation est parfaitement réalisé.
- Le galet (12) roule sans glisser sur 0 en J. Le contact est supposé avec frottement.



Figure 4

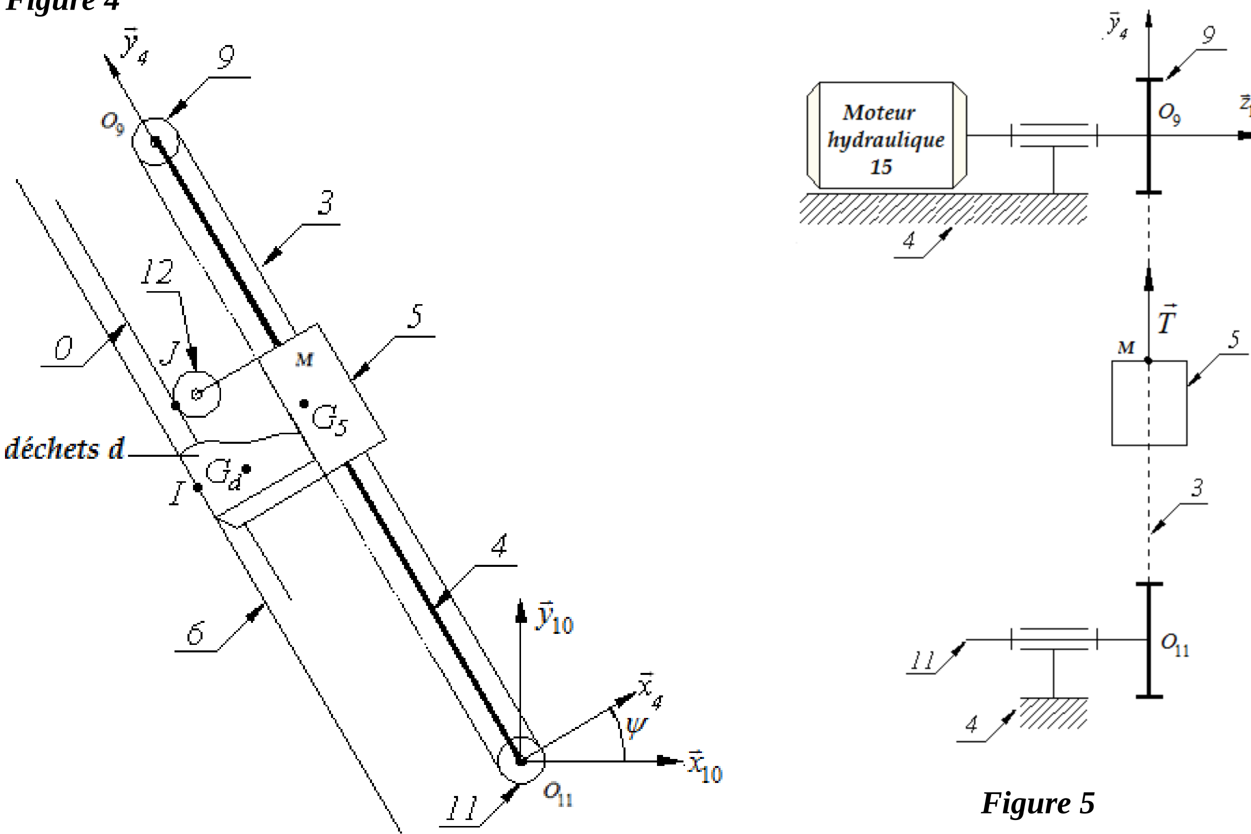


Figure 5

Données :

- I_{12} : Moment d'inertie du galet 12 par rapport à l'axe $\left(O_{12}, \vec{z}_{10}\right)$. m_{12} : Sa masse. O_{12} son centre d'inertie. r : Son rayon
- Les roues 9 et 11 sont identiques, de rayons R, de moment d'inertie par rapport à leurs axes de rotation est $I = I_9 = I_{11}$.
- Le godet (5), de masse m_5, est en liaison glissière parfaite avec le bras (4) de direction $\vec{y}_4$ (le paramètre du mouvement de translation est y, $\overrightarrow{O_{11}G_5} = -x_5.\vec{x}_4 + y.\vec{y}_4$).
- La masse de la chaîne (3) est négligeable.
- La liaison 9/4 est pivot parfaite d'axe $\left(O_9, \vec{z}_{10}\right)$. On donne $\vec{\Omega}_{9/4} = \omega_m.\vec{z}_{10}$.

- La liaison 11/4 est pivot parfaite d'axe $(O_{11}, \vec{z}_{10})$. On donne $\vec{\Omega}_{11/4} = \omega_{11}.\vec{z}_{10}$.
- La liaison 12/5 est pivot parfaite d'axe $(O_{12}, \vec{z}_{10})$. On donne $\vec{\Omega}_{12/5} = \omega_{12}.\vec{z}_{10}$.
- Les déchets sont assimilés à un solide indéformable (d) de masse m_d et de centre d'inertie G_d.
- L'accélération de la pesanteur $\vec{g} = -g.\vec{y}_{10}$.
- L'action du moteur (15) sur le pignon (9) est représentée par le torseur $\{T_{moteur \to 9}\} = \begin{Bmatrix} \vec{0} \\ C_m.\vec{z}_{10} \end{Bmatrix}_{O_9}$.
- L'action de la chaîne (3) sur le godet (5) est représentée par le torseur $\{T_{3 \to 5}\} = \begin{Bmatrix} \vec{T} = T.\vec{y}_4 \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_M$.

Question 2-3 : *En exprimant la condition de non glissement en J, déterminer la relation entre ω_{12}, r et y, en déduire la relation entre ω_{12} et ω_m.* ***Voir Figure 6.***

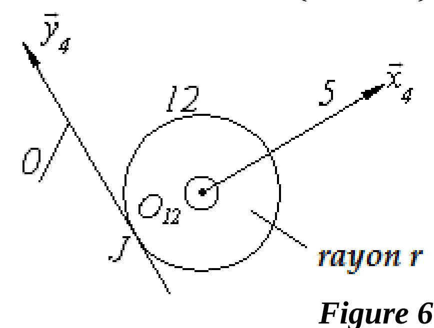


Figure 6

Question 2-4 : *Déterminer l'énergie cinétique de l'ensemble $\Sigma = \{9, 3, 5, d, 11, 12\}$ dans son mouvement par rapport au bras (4), en déduire $J_{éq}$, le moment d'inertie équivalent ramené à l'axe moteur.*

Le contact déchets / grille est supposé, avec frottement. Soit T_{6d} la résultante des actions tangentielles dues aux frottements entre la grille et les déchets (cette action est supposée connue). On note $m_E = m_5 + m_d + m_{12}$

Question 2-5 : *Par application du théorème de l'énergie cinétique à l'ensemble Σ dans son mouvement par rapport au bras (4) déterminer l'expression du couple moteur Cm en fonction de ω_m, $J_{éq}$, T_{6d}, m_E, g, R et ψ.*

On suppose que l'action due au frottement entre 0 et la roue 12 est négligée.

On donne f le coefficient de frottement entre la grille et les déchets.

Question 2-6 : *Par application du théorème de la résultante dynamique à l'ensemble $E = \{5, d, 12\}$ en projection sur $\vec{y}_4$, déterminer l'expression de N_{6d} l'action normale du contact des déchets avec la grille.* ***Voir figure 7.***

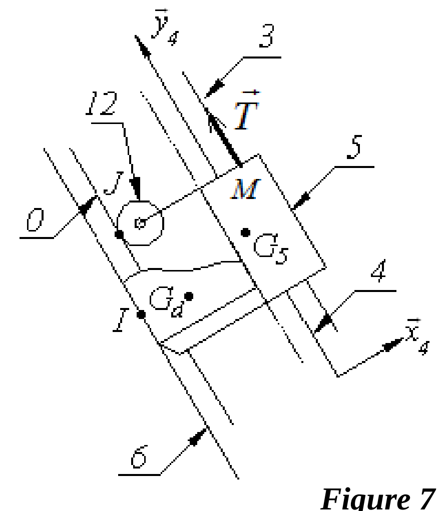


Figure 7

Partie III°- Etude du moteur hydraulique 15 :

Présentation du moteur hydraulique MS 05 : ***figure 8 et figure 9***

Les applications des moteurs hydrauliques sont extrêmement variées, les plus traditionnelles se situent dans les secteurs des travaux publics, de l'agriculture, de la manutention. Les moteurs hydrauliques sont également utilisés dans une grande variété de machines industrielles.
L'association de la transmission hydraulique et de la régulation électronique a permis d'associer puissance et précision.

Description succincte du moteur hydraulique MS 05 :

Les moteurs hydrauliques à pistons radiaux sont composés de huit pistons disposés en étoile dans un bloc-cylindres.
L'ensemble arbre de sortie, arbre de frein et bloc-cylindres (1) est animé d'un mouvement de rotation par rapport à l'ensemble carter-came (stator).

Les pistons sont maintenus en contact sur la partie centrale du stator par le fluide sous pression.
La partie centrale de l'ensemble carter-came est une came constituée de 6 lobes identiques.

Un distributeur assure l'admission le refoulement du fluide. Le contact entre piston (3) et came (0) se fait par l'intermédiaire d'un galet cylindrique (2), en contact linéique direct avec la came (0) et en liaison pivot glissant avec un piston (3) par un demi-palier lisse.

Le mécanisme à came fixe transforme la translation des pistons (3) par rapport au bloc-cylindres (1) en rotation de ce même bloc-cylindres (1) par rapport au carter-came (0).

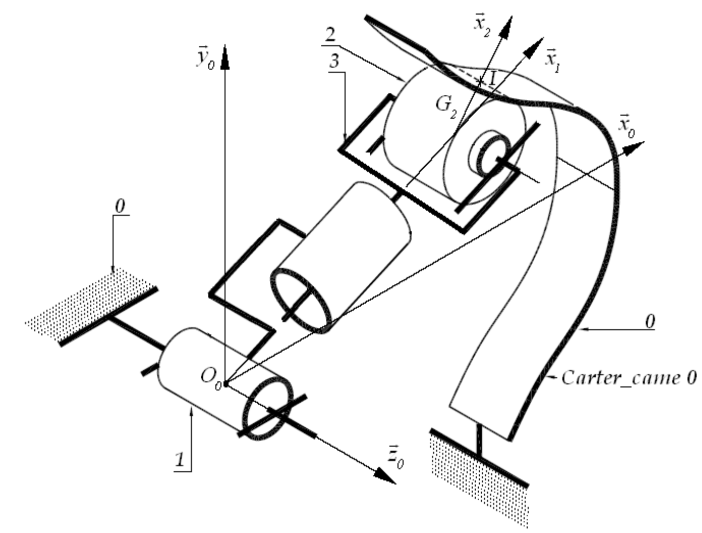


Figure 8

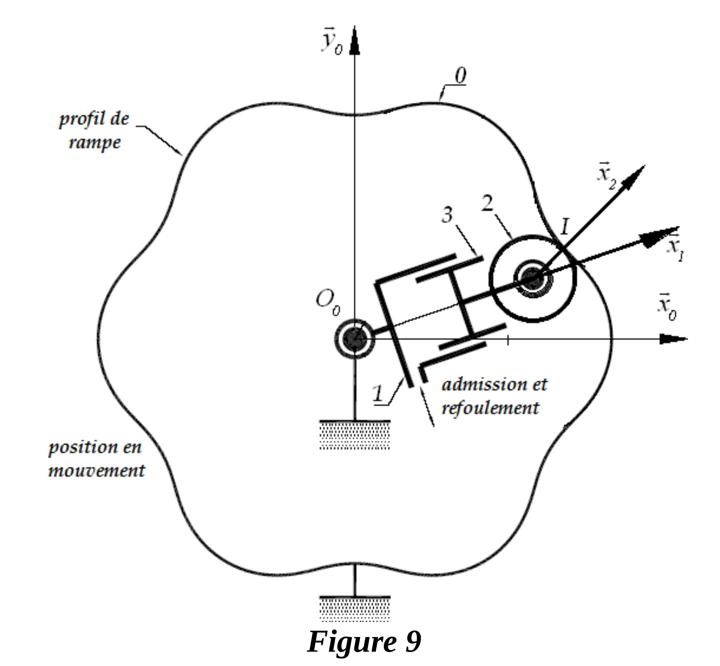


Figure 9

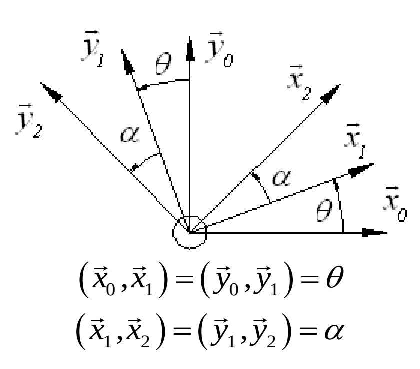
Etude cinématique :

Données : *Définition des repères :* ***voir figure 10***

$R_0(O_0;\vec{x}_0,\vec{y}_0,\vec{z}_0)$ Repère galiléen lié au carter-came (0).

$R_1(O_0;\vec{x}_1,\vec{y}_1,\vec{z}_1)$ Repère lié à l'arbre de sortie et au bloc-cylindres (1).

$R_2(G_2;\vec{x}_2,\vec{y}_2,\vec{z}_2)$ Repère associé à la définition du contact en ***I***.



$(\vec{x}_0,\vec{x}_1)=(\vec{y}_0,\vec{y}_1)=\theta$

$(\vec{x}_1,\vec{x}_2)=(\vec{y}_1,\vec{y}_2)=\alpha$

Définition des paramètres géométriques :

$$\overrightarrow{O_0G_2} = \rho.\vec{x}_1 \; ; \; \overrightarrow{G_2I} = R.\vec{x}_2 \; ; \; \overrightarrow{G_2B} = a.\vec{x}_2 \; ; \; \overrightarrow{O_0B} = L.\vec{x}_f$$

Le domaine d'étude mécanique pour lequel I appartient à l'arc JK, est défini par $\theta \in \left[\theta_i = 19{,}9°; \theta_f = 30°\right]$.

θ_i : Position initiale de la phase de mouvement étudié.

θ_f : Position finale de la phase de mouvement étudié.

- La liaison 1/0 est pivot d'axe $(O_0, \vec{z}_0)$.
- La liaison 3/1 est pivot glissant d'axe $(G_2, \vec{x}_1)$.
- La liaison 2/3 est pivot d'axe $(G_2, \vec{z}_0)$.
- La liaison 2/0 est linéaire rectiligne de normale $(I, \vec{x}_2)$ et de direction $(I, \vec{z}_0)$.

Objectif :

Détermination de la relation entre le paramètre cinématique du déplacement du piston (3) *et le paramètre cinématique de la rotation de l'arbre de sortie* (1).

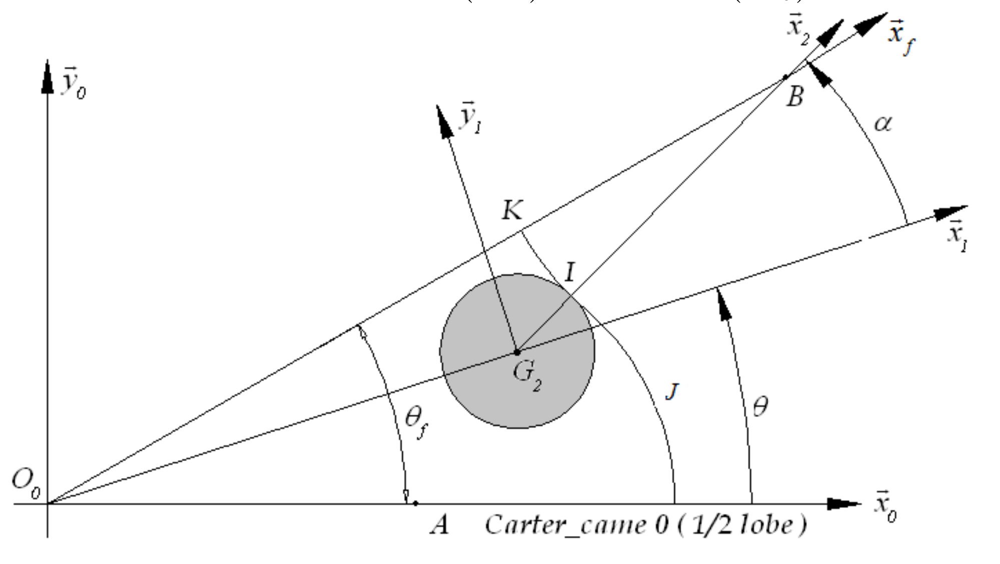


Figure 10

Méthode graphique : Répondre sur le document réponse DR2.

Question 3-1 : *Sachant que le galet* (2) *roule sans glisser sur* (0) *en* I *, déterminer la direction de la vitesse* $\vec{V}(G_2, 2/0)$.

On cherche à atteindre la vitesse angulaire $\vec{\Omega}(1/0) = +30(rad/s).\vec{z}_0$ à l'instant où $\rho = 200\,mm$.

Question 3-2 : *Déterminer <u>graphiquement</u> la vitesse de translation du piston* (3) *par rapport au bloc-cylindres* (1).

Méthode analytique : le problème est supposé plan

Question 3-3 : *Etablir la relation entre* α *et* θ *puis montrer que*

$$\rho = L.\left(\cos(\theta_f - \theta) - \left(\frac{a^2}{L^2} - \sin^2(\theta_f - \theta)\right)^{1/2}\right)$$

On rappelle que le galet (2) roule sans glisser sur (0) en I .

Question 3-4 : *Par fermeture cinématique au point* G_2 *, déterminer la vitesse angulaire* $\dot{\theta}$ *en fonction de* $\dot{\rho}$ *,* ρ *,* θ *,* θ_f *,* L *et* a

Détermination du degré d'hyperstaticité :

Hypothèses : Toutes les liaisons sont supposées parfaites.

Question 3-5 : *Après avoir tracé le graphe des liaisons, déterminer le degré de mobilité du système. En déduire son degré d'hyperstaticité.*

Etude statique : approche simplifiée ***voir figure 9***

On cherche à évaluer les pressions superficielles du contact came/galet en fonction de la pression hydraulique modélisée par l'action du fluide sur le piston 3. « Ces pressions sont en fonction de l'effort qui s'exerce à la normale de celui-ci »

Hypothèses :

- Le problème sera considéré comme plan.
- Les liaisons sont supposées sans frottement
- L'action du fluide sur le piston 3 est modélisée par un glisseur en G_2 *avec* $\vec{F}(fluide \rightarrow 3) = F.\vec{x}_1$
- L'action de la pesanteur est négligée.

Notations :

L'action de i sur j sera notée dans le cas d'un problème dans le plan $(\vec{x}_1, \vec{y}_1)$ *en un point M*

$$\{T(i \rightarrow j)\} = \begin{Bmatrix} X_{ij} & 0 \\ Y_{ij} & 0 \\ 0 & N_{ij} \end{Bmatrix}_{M;-,-,\vec{z}_0}$$

Question 3-6 :

Ecrire les équations traduisant l'équilibre de 2 au point G_2 *dans la base* $(\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$.

Ecrire les équations traduisant l'équilibre de 3 au point G_2 *dans la base* $(\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$.

En déduire la relation entre l'action du fluide et l'action de la came sur le galet.

Etude dynamique :

L'objectif de cette étude est la détermination de la relation entre la pression hydraulique d'alimentation du moteur hydraulique et le couple transmissible par le rotor 1.

Données :

- I_1 moment d'inertie de 1 par rapport à l'axe $(O_0, \vec{z}_1)$
- la masse du galet 2 est notée m_2, son centre d'inertie G_2 et sa matrice d'inertie en son centre d'inertie est $I(G_2, 2) = \begin{pmatrix} A_2 & 0 & 0 \\ 0 & A_2 & 0 \\ 0 & 0 & C_2 \end{pmatrix}_{\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0}$.
- la masse du piston 3 est notée m_3, son centre d'inertie G_3 et sa matrice d'inertie au point G_2 *est* $I(G_2, 3) = \begin{pmatrix} A_3 & 0 & 0 \\ 0 & B_3 & 0 \\ 0 & 0 & C_3 \end{pmatrix}_{\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0}$, *avec* $\overrightarrow{G_3G_2} = l.\vec{x}_1$. $l = constante$

Hypothèses :

- Toutes les liaisons sont supposées parfaites.
- L'action du fluide, intercalé entre l'arbre 1 et le piston 3, est modélisée par un glisseur en G_2 avec $\vec{F}(fluide \to 3) = F.\vec{x}_1$
- L'action extérieure exercée sur l'arbre de sortie (1) au niveau du contact entre la chaîne (3) et le pignon (9) (***voir figure 5***) est modélisée par un torseur couple $\{Text \to 1\} \begin{Bmatrix} \vec{0} \\ C.\vec{z}_0 \end{Bmatrix}_{\forall P}$.
- **L'action de la pesanteur est négligée.**

On considère l'ensemble $S = \{1,2,3\}$.

Question 3-7 : *Justifier la forme des matrices d'inertie* $I(G_2,3)$ *et* $I(G_2,2)$.

Question 3-8 : *Déterminer l'énergie cinétique de l'ensemble* $S = \{1,2,3\}$.

Question 3-9 : *Par application du théorème de l'énergie cinétique à l'ensemble* S *dans son mouvement par rapport à* (0), *déterminer la relation entre* F, C, *les paramètres cinématiques du moteur hydraulique et* $T(S/0)$ *l'énergie cinétique de l'ensemble* $S = \{1,2,3\}$.

Partie IV°- Asservissement : *L'objectif de cette partie est l'étude :*

- *de l'asservissement de position du dégrilleur*
- *de l'asservissement de l'accélération du dégrilleur.*

Le déplacement du dégrilleur suivant $\vec{z}_{10}$ (***figure 11***) est assuré par le moteur hydraulique *M24* et un système pignon-crémaillère. Le guidage en translation de l'ensemble est assuré par les quatre roues $(20, 20', 21, 21')$.

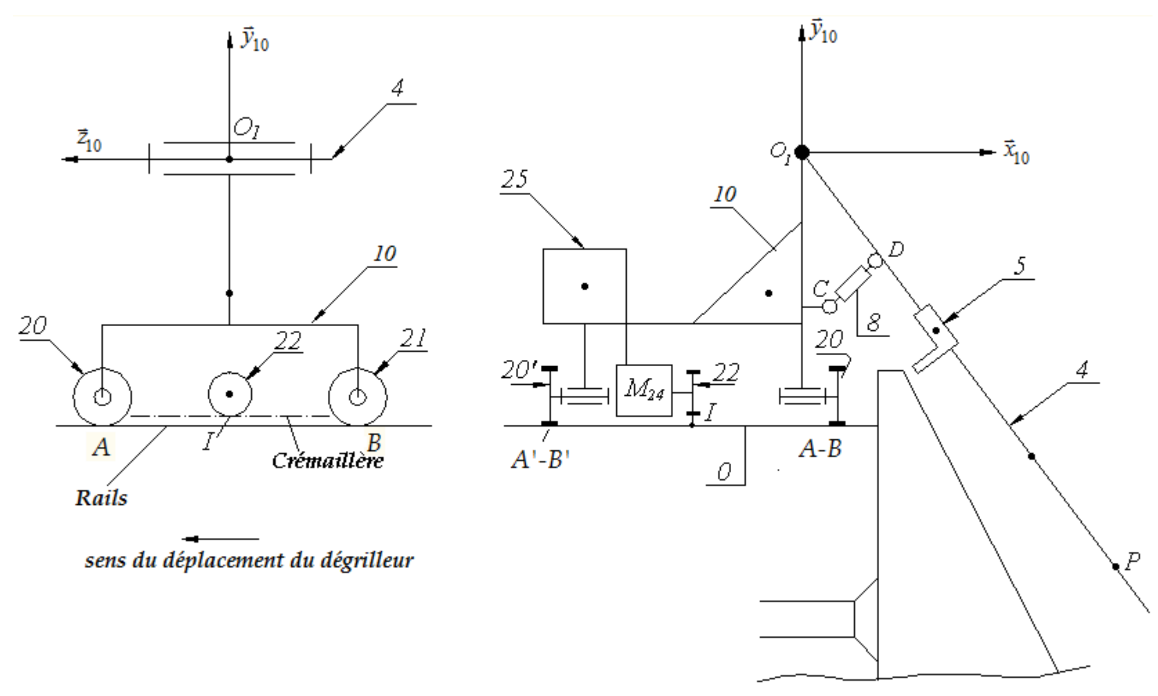


Figure 11

La figure ci-dessous donne la chaîne fonctionnelle de l'asservissement de position du dégrilleur :

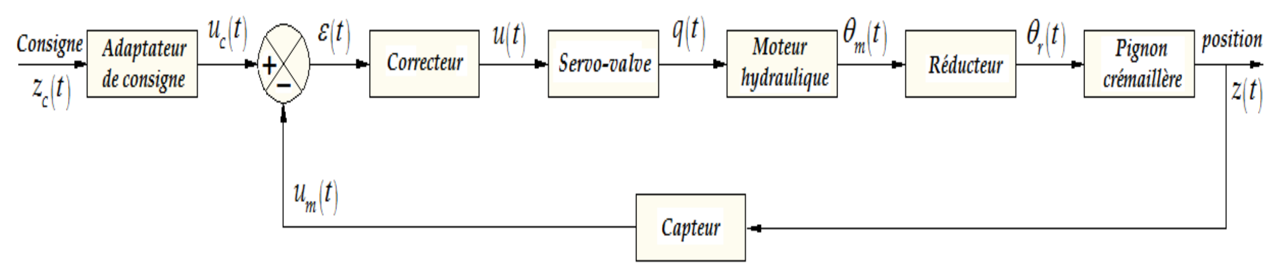


Figure 12

$zc(t)$ *: Position consigne du dégrilleur.*

$uc(t)$ *: Tension image de la consigne.*

$u_m(t)$ *: Tension sortie du capteur de position du dégrilleur.*

$u(t)$ *: Tension d'entrée de la servovalve et de son amplificateur opérationnel.*

$z(t)$ *: Position du dégrilleur.*

$q(t)$ *: Débit en sortie de la servovalve.*

$\theta_m(t)$ *: Position angulaire de l'arbre de sortie du moteur.*

$\theta_r(t)$ *: Position angulaire de l'arbre de sortie du réducteur.*

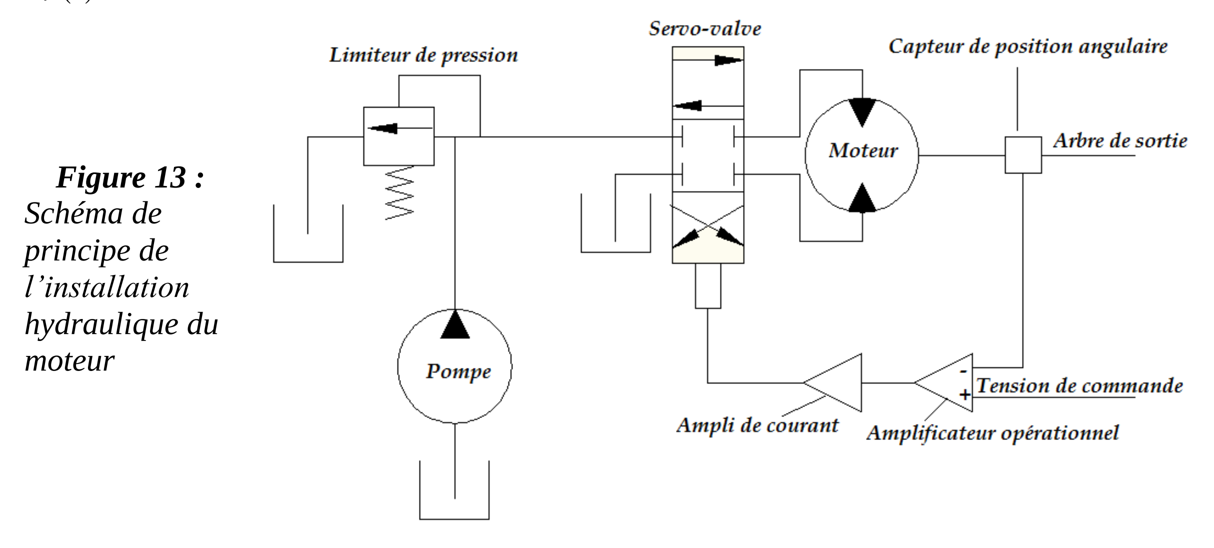


Figure 13 : *Schéma de principe de l'installation hydraulique du moteur*

IV°- 1°- Modélisation du moteur hydraulique :

On donne ci-dessous les équations modélisant le comportement du moteur hydraulique.

Equation hydraulique $$q(t) = D.\omega_m(t) + \frac{v}{4.B}.\frac{d}{dt}\Delta p(t) \qquad (1)$$

Equation mécanique $$J_{éq}.\frac{d}{dt}\omega_m(t) = D.\Delta p(t) - f.\omega_m(t) - C_{re}(t) \qquad (2)$$

$\omega_m(t)$: vitesse angulaire du moteur.

$\Delta p(t)$: variation de pression.

$C_{re}(t)$: Couple résistant équivalent ramené à l'arbre moteur.

$J_{éq}$: Inertie équivalente de l'ensemble en mouvement ramené à l'arbre moteur.

B : module de compressibilité du fluide.

$\frac{v}{4.B}.\frac{d}{dt}\Delta p(t)$: débit de compressibilité du fluide.

f : coefficient de frottement visqueux.

D : cylindrée du moteur.

Question 4 -1 : *En considérant les conditions initiales nulles, écrire les deux équations* (1) *et* (2) *dans le domaine de Laplace.*

Question 4-2 : *A partir de la question précédente et de la* ***figure 14*** *ci-contre* ***tracer*** *le schéma bloc du moteur hydraulique.*

$C_{re}(p)$; $Q(p)$; Moteur hydraulique ; $\Omega_m(p)$; ? ; $\theta_m(p)$

Figure 14

Question 4-3 : *Déterminer la fonction de transfert du moteur hydraulique* $H_m(p) = \left[\dfrac{\theta_m(p)}{Q(p)}\right]_{Cre=0}$.

Identifier les paramètres canoniques K_m, z *et* ω_n.

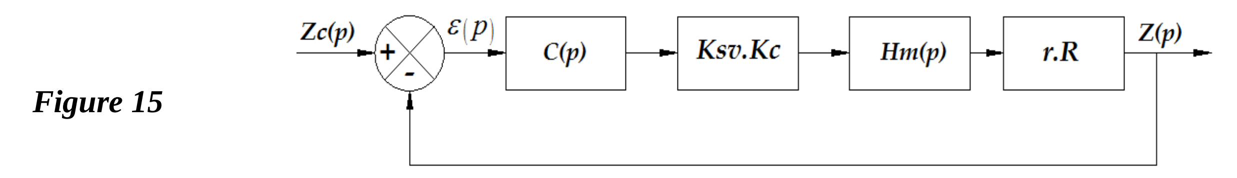
IV°- 2°- Identification des fonctions de transfert la chaîne fonctionnelle :

Les questions* Question 4 -4, Question 4 -5, Question 4 -6, Question 4 -7 Question 4 -8 *de cette partie sont présentées sur les documents réponses DR3 et DR4.

IV°- 3°- Etude de la boucle d'asservissement en position du dégrilleur :

Le schéma bloc de cette boucle d'asservissement est représenté ci-contre

Figure 15



Données :

- Fonction de transfert du moteur : $H_m(p) = \dfrac{\theta_m(p)}{Q(p)} = \dfrac{K_m}{p.\left(1 + \dfrac{2.z}{\omega_n}.p + \dfrac{1}{\omega_n^2}.p^2\right)}$
- Fonction de transfert de la servovalve : ***Ksv***
- Rapport de réduction du réducteur : ***r***
- Rayon du pignon : ***R***
- Le correcteur est un correcteur proportionnel de fonction de transfert $C(p) = Kp$
- Fonction de transfert du capteur : ***Kc***

Question 4-9 : *Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte* $H_{BO}(p) = \dfrac{Z(p)}{\varepsilon(p)}$ *et en déduire l'expression du gain de boucle* K_{BO}, *de sa classe et de son ordre.*

Question 4-10 : *Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée* $H_{BF}(p) = \dfrac{Z(p)}{Zc(p)}$ *en fonction de* K_{BO}, z *et* ω_n.

Question 4-11 : *Donner l'expression de l'erreur statique* ε_S $(zc(t) = Z_0.u(t))$ *et l'erreur de traînage* ε_{tr} $(zc(t) = a.t.u(t))$. *Les résultats peuvent être donnés sans calcul.*

Question 4-12 : *Déterminer, par application du* ***critère de Routh****, la condition que doit satisfaire Kp pour que le système soit stable. Soit Kp_{limite} la valeur de Kp correspondante à la limite de stabilité.*

Question 4-13 : *Déterminer la nouvelle valeur de Kp en fonction de Kp_{limite} pour avoir une marge de gain de 12dB.*

IV°- 4°- Etude de la boucle d'asservissement en accélération du dégrilleur :

La position $z(t)$ du dégrilleur est asservie sur une valeur de consigne $zc(t)$ par l'intermédiaire d'une structure cascade au sein de laquelle sont pilotées l'accélération $\gamma(t)$ la vitesse $v(t)$ et enfin la position du dégrilleur (***figure 16***). Seule la position est mesurée par l'intermédiaire d'une roue codeuse, la vitesse et l'accélération du dégrilleur sont ensuite calculées.

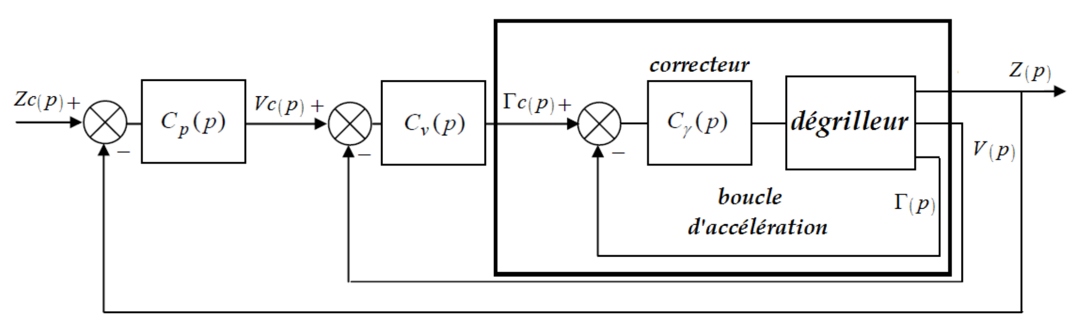


Figure 16

L'avantage d'une structure cascade réside dans la possibilité de maîtriser, outre la position, les variables intermédiaires très importantes comme la vitesse et l'accélération, permettant ainsi par exemple de limiter l'accélération (on parle alors de saturation de l'accélération).
Une étude mécanique permet de définir une accélération maximale $\gamma_{\max}$ au-delà de laquelle le dégrilleur risque de basculer.

L'objectif de cette partie est de contrôler l'accélération afin que l'accélération en régime permanent soit égale à 75% de l'accélération maximale $\gamma_{\max}$.

La boucle d'asservissement en accélération sera donc représentée par le schéma bloc ci-dessous :

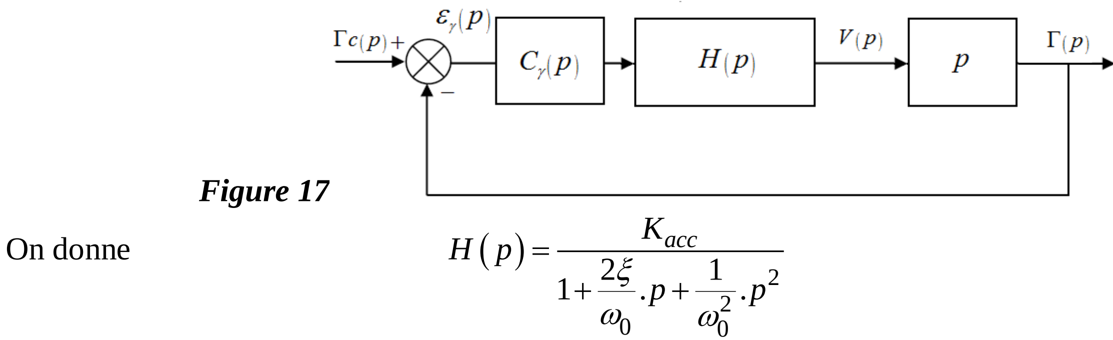


Figure 17

On donne
$$H(p)=\frac{K_{acc}}{1+\frac{2\xi}{\omega_0}.p+\frac{1}{\omega_0^2}.p^2}$$

Système non corrigé : $C_\gamma(p)=1$

Question 4-14 : *Déterminer la fonction écart $\varepsilon_\gamma(p)$.*

Question 4-15 : ***Calculer*** *l'erreur en régime permanent ε_γ pour une entrée échelon $\gamma_C(t)=\gamma_C.u(t)$, en déduire γ_0 la valeur en régime permanent de $\gamma(t)$. Conclure.*

Correction proportionnelle intégrale :

On propose d'utiliser un correcteur proportionnel intégral $C_\gamma(p) = K.\frac{1+T_i.p}{p}$.

Question 4-16 : *Déterminer l'erreur en régime permanent* ε_γ *pour une entrée échelon* $\gamma_C(t) = \gamma_C.u(t)$. *En déduire* γ_0 *la valeur en régime permanent de* $\gamma(t)$. *Déterminer la valeur de* K *pour que l'accélération en régime permanent soit réglée à 75% de* $\gamma_{\max}$.

Question 4-17 : *Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée* $H_{\gamma_BF}(p)$ *en fonction de* K, K_{acc}, T_i, ξ *et* ω_0.

On donne : $H_{\gamma_BF}(p) = 2.\frac{1+10.p}{(1+0.25.p).(1+2.p)}$; *20Log2=6dB*

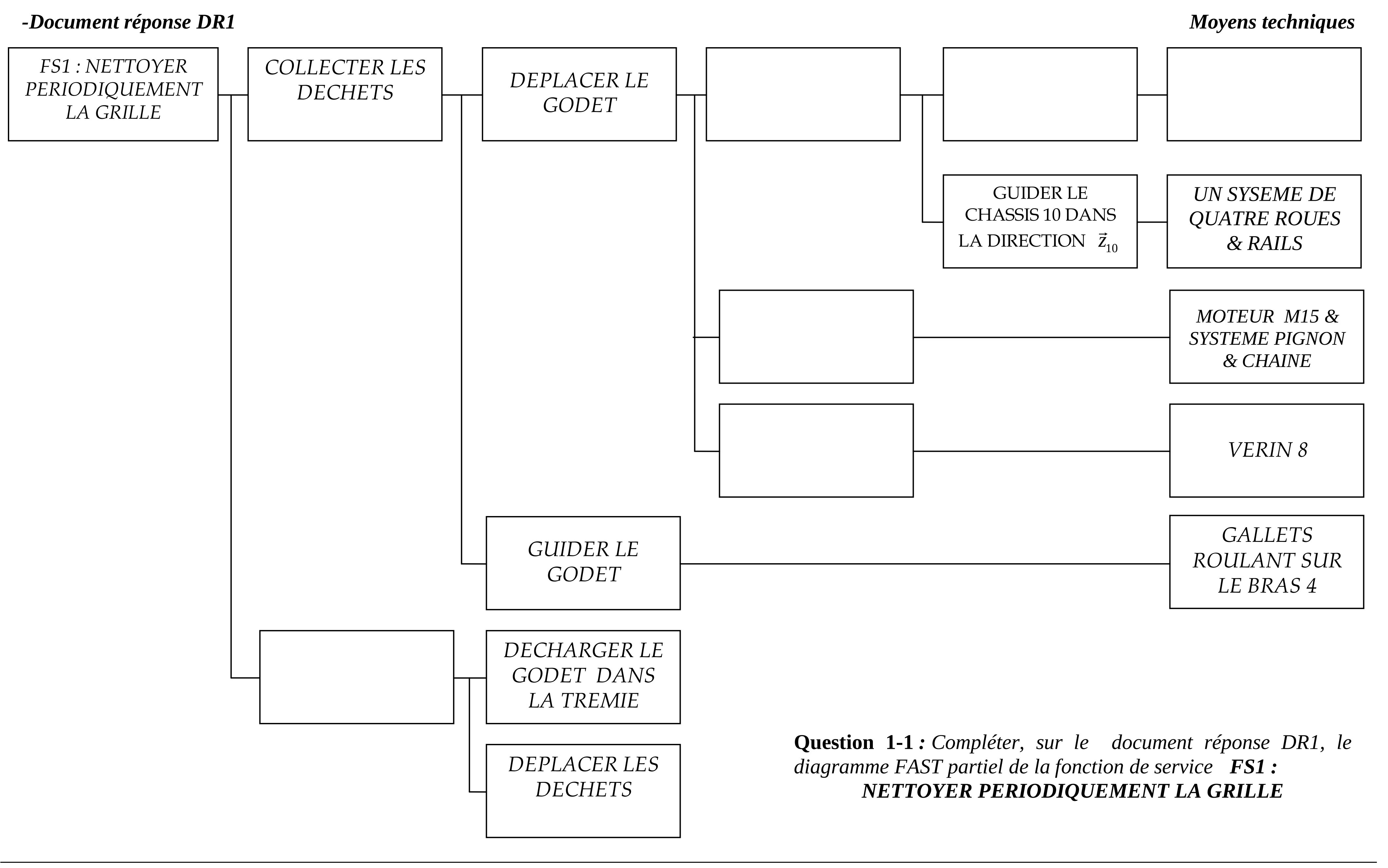
Question 4-18 : *Sur le document réponse DR5, tracer les diagrammes* ***asymptotiques*** *de Bode de la fonction de transfert en* ***boucle fermée*** $H_{\gamma_BF}(p)$.

Question 4-19 : *Tracer* ***l'allure*** *de la courbe* ***réelle*** *du diagramme de* ***gain,*** *puis donner, graphiquement, la valeur de la bande passante à -3dB de l'asservissement en accélération.*

Fin de l'énoncé

A la suite vous trouverez les documents réponses : voir pages suivantes

-Document réponse DR1 ***Moyens techniques***



Question 1-1 : *Compléter, sur le document réponse DR1, le diagramme FAST partiel de la fonction de service* ***FS1 :***
NETTOYER PERIODIQUEMENT LA GRILLE

Document réponse DR2

Question 1-3 :

Compléter la table de vérité :

secteur	e_1	e_2	e_3	e_4	S_1	S_2	S_3	S_4
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	1
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9	0	0	0	1	1	1	0	1

Tableau de Karnaugh de S_3 :

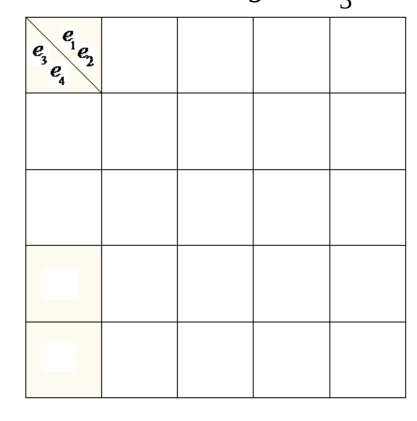
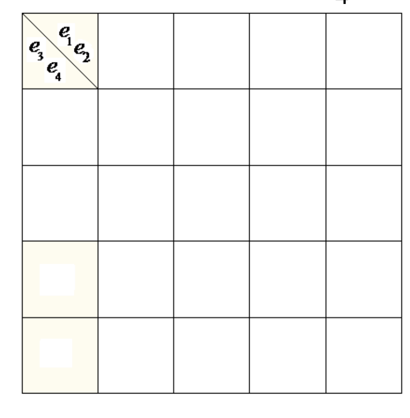


Tableau de Karnaugh de S_4 :



Compléter les tableaux de Karnaugh ci-contre des sorties S_3 *et* S_4.

Donner les équations simplifiées des sorties S_3 *et* S_4.

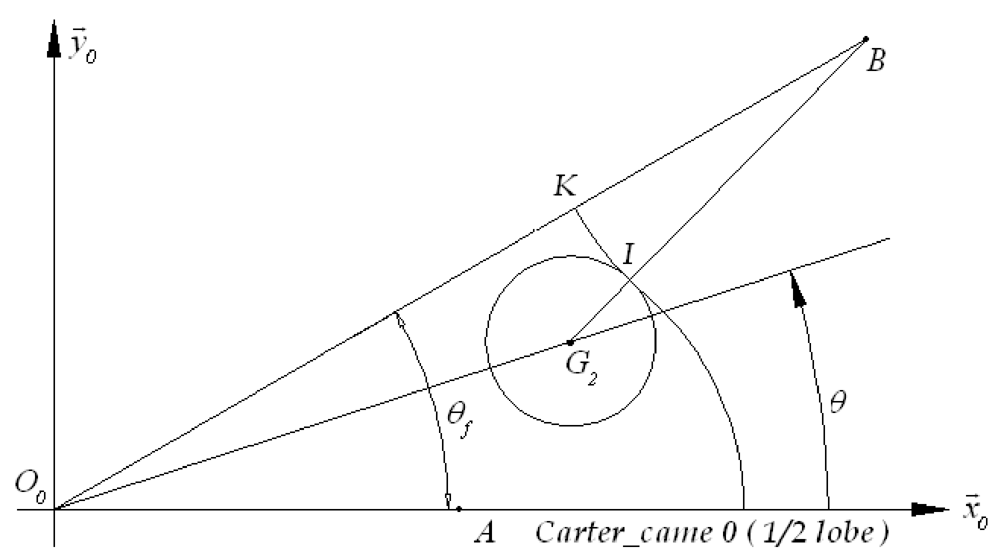
$S_3 =$ ....

$S_4 =$ ....

Réponses aux Question 3-1 et Question 3-2 : ***Echelle 1 Cm ⟶ 1 m/s***

Justifications des tracés : …………………………………………………………………………………………….
……
……
……
……
……
……

Document réponse DR2.



Document réponse DR3

Identification des fonctions de transfert de la chaîne fonctionnelle :

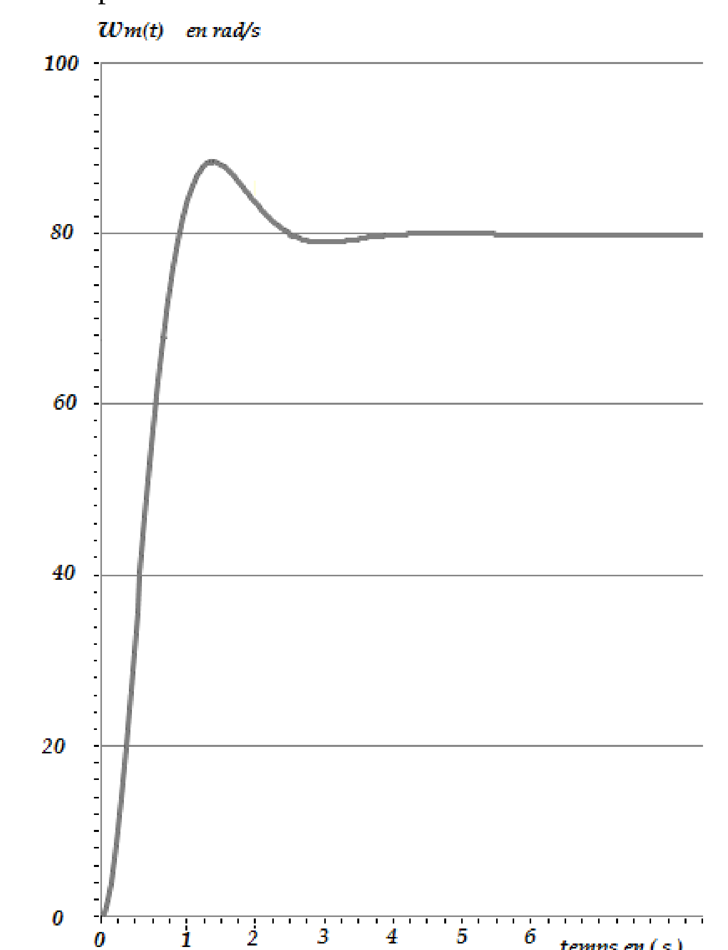
Identification de la fonction de transfert du moteur hydraulique :

La fonction de transfert du moteur est notée $M(p)=\dfrac{\Omega_m(p)}{Q(p)}=\dfrac{K_m}{1+\dfrac{2.z}{\omega_n}.p+\dfrac{1}{\omega_n^2}.p^2}$

On donne ci-dessous la réponse indicielle du moteur pour un échelon unitaire de débit en m^3/s.

Question 4-4 : *Déterminer K_m et le temps de réponse à 5% du moteur. Préciser une démarche permettant de déterminer les paramètres canoniques z et ω_n.*

Question 4-5 : *Donner la valeur de la pente à l'origine.*



Question 4-4 : ……………………………

………………………………………………

………………………………………………

………………………………………………

………………………………………………

………………………………………………

………………………………………………

………………………………………………

………………………………………………

………………………………………………

………………………………………………

………………………………………………

………………………………………………

………………………………………………

………………………………………………

………………………………………………

Question 4-5 : ……………………………

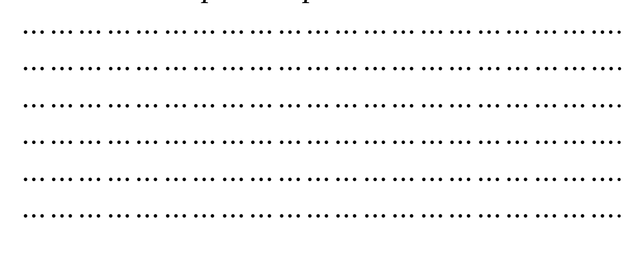
………………………………………………

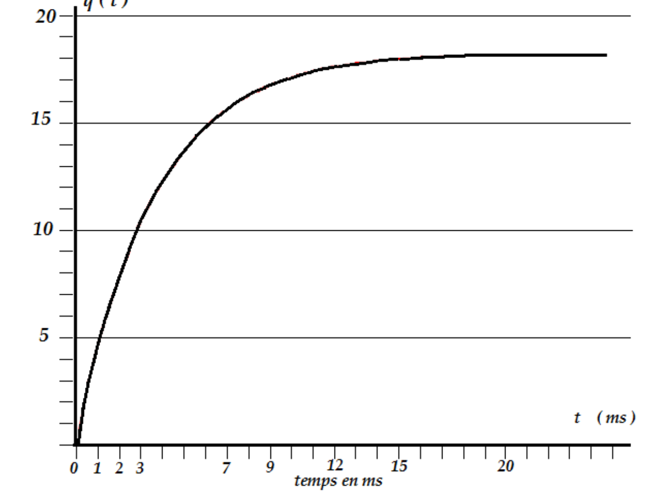
Identification de la fonction de transfert de la servovalve :

On donne ci-dessous la réponse indicielle de la servovalve en m^3/s, pour un échelon de tension d'amplitude $U_0=12\ (V)$.

On note $H_S(p)=\dfrac{Q(p)}{U(p)}$ la fonction de transfert de la servovalve.

Question 4-6 : *Donner l'ordre et déterminer les paramètres canoniques de cette fonction, en déduire le temps de réponse à 5%.*

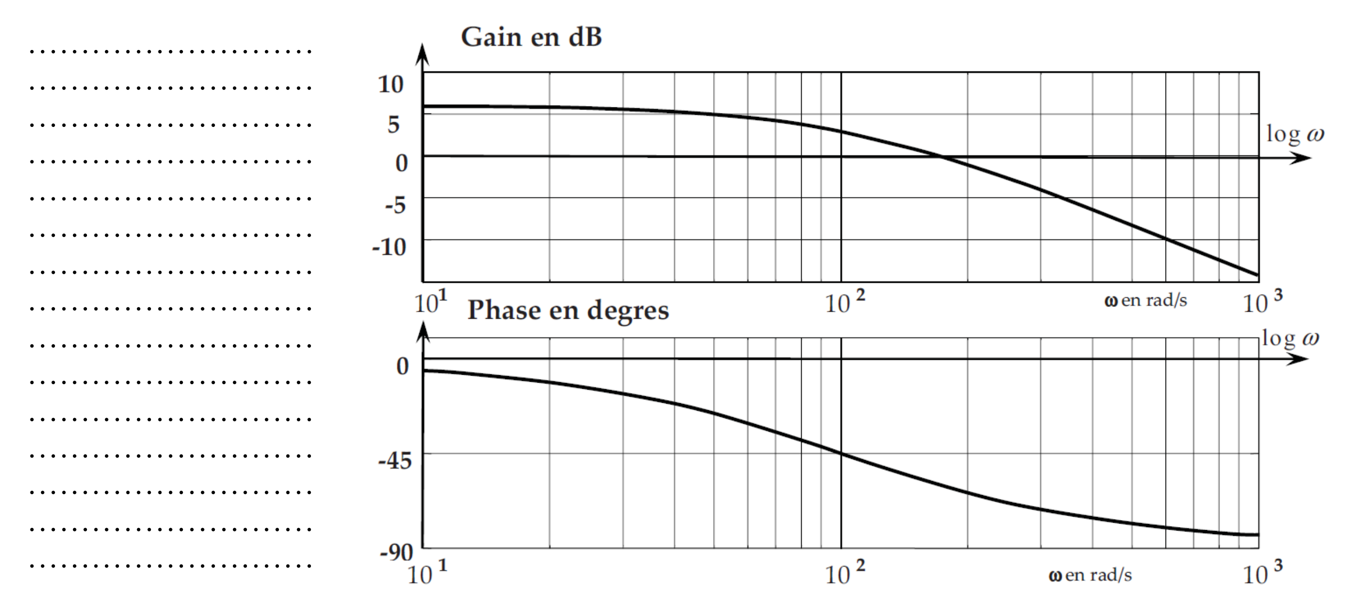




Identification de la fonction de transfert du capteur : **Document réponse DR4**

On donne ci-dessous les diagrammes de Bode de la fonction de transfert $H_C(p) = \dfrac{U_m(p)}{Z(p)}$ du capteur.

Question 4-7 : *Donner l'ordre et déterminer les paramètres canoniques de cette fonction.*
Tracer les diagrammes asymptotiques sur la figure ci-dessous.



Détermination de la fonction de transfert du réducteur :

La réduction de la vitesse de rotation du moteur est assurée par un ***réducteur épicycloïdal*** dont le schéma cinématique est donné ci-dessous :
On donne :

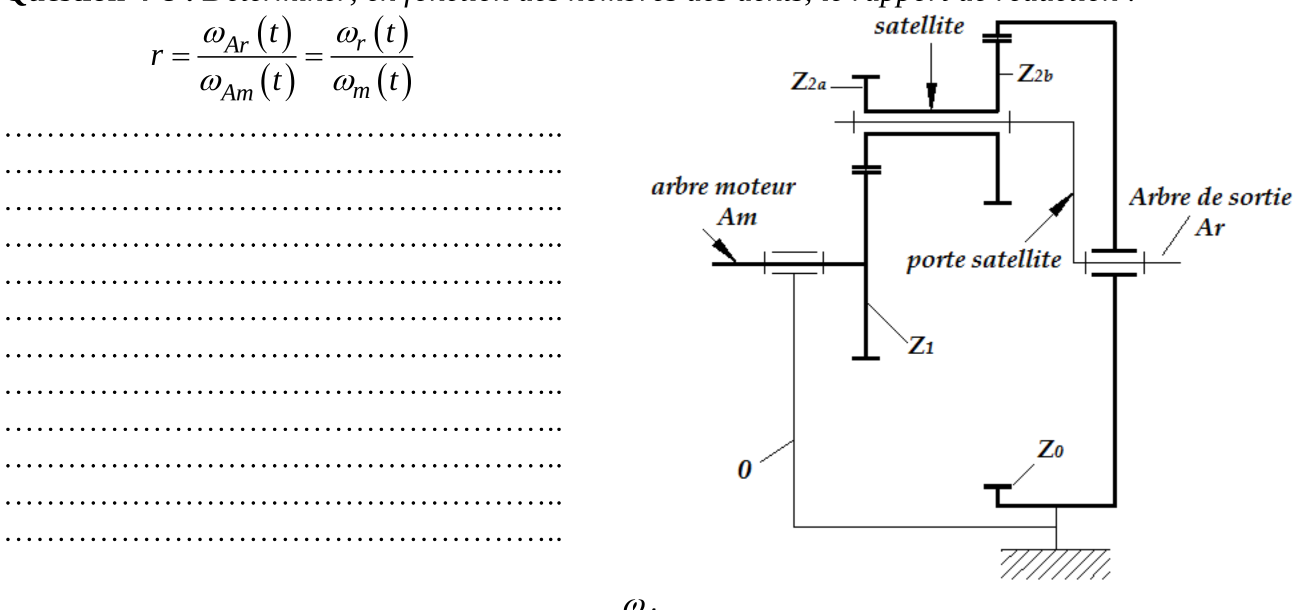
$\theta_m(t)$ → **Réducteur** → $\theta_r(t)$

Z_1 : nombre de dents du pignon de l'arbre moteur A_m .
Z_0 : nombre de dents de la couronne fixée au bâti.
Z_{2a}, Z_{2b} : nombre de dents des pignons du satellite.

Rapport de réduction $r = \dfrac{\omega_r(t)}{\omega_m(t)} = \dfrac{\theta_r(t)}{\theta_m(t)}$

Question 4-8 : *Déterminer, en fonction des nombres des dents, le rapport de réduction :*

$$r = \frac{\omega_{Ar}(t)}{\omega_{Am}(t)} = \frac{\omega_r(t)}{\omega_m(t)}$$



$$r = \frac{\omega_{Ar}}{\omega_{Am}} = \text{..................................}$$

Document réponse DR5

Question 4-19 : *Sur le document réponse DR5, tracer le diagramme* ***asymptotique*** de Bode de la de *transfert en* ***boucle fermée*** $H_{\gamma_BF}(p)$.

